

Fahrspurvorrichtung, Auswahlvorrichtung und Verfahren zur Ermittlung der Fahrspur eines Fahrzeugs

Die Erfindung betrifft eine Fahrspurvorrichtung und ein Verfahren zur Ermittlung der Fahrspur eines Fahrzeugs sowie eine mit der Fahrspurvorrichtung zusammenwirkende Auswahlvorrichtung.

Bekannte Fahrspurvorrichtungen dienen zur Führung eines Personen- oder Nutzkraftfahrzeuges entlang einer Fahrspur. Zur Spurführung eines gleisfreien Fahrzeuges ist beispielsweise aus der DE 30 42 723 A1 bekannt, dieses automatisch entlang eines im Straßenbett verlegten Leitkabels zu führen. In Abhängigkeit von dem Leitkabel wird das Fahrzeug gelenkt. Allerdings ist nur in seltenen Fällen ein Leitkabel vorhanden, so dass eine derartige Spurführung nur in speziellen Anwendungsfällen das Mittel der Wahl ist, beispielsweise in Zusammenhang in der Spurführung von Omnibussen (DE 30 42 723 A1) oder bei einem Lasttransportfahrzeug für ein Lagersystem, beispielsweise im Zusammenhang mit einem Hochregallager, wie durch die DE 26 49 595 A1 offenbart. Daher schlagen andere Spurführungssysteme die Verwendung von beispielsweise einer Videokamera oder dergleichen, das heißt eines optischen Systems vor. Ein derartiges System ist beispielsweise aus der EP 1 074 904 B1 bekannt. Bei Dunkelheit kann jedoch ein derarti-

ges System üblicherweise nur eingesetzt werden, wenn die Lichtempfindlichkeit der Videokamera ausreicht.

In der Druckschrift US 6,138,062 ist eine Fahrspurvorrichtung zur Führung eines Fahrzeuges entlang einer Fahrspur beschrieben. Zu diesem Zweck weist die Fahrspurvorrichtung zwei optische Erfassungsmittel auf. Mit einem ersten als CCD-Kamera ausgebildeten Erfassungsmittel werden die auf Fahrbahnen vorhandenen, vorzugsweise weißen Markierungslinien erfasst. Der Verlauf der erfassten Markierungslinien wird ausgewertet und die dabei gewonnene Information dergestalt zur Ansteuerung einer Lenkvorrichtung eingesetzt, dass das Fahrzeug automatisch dem Straßenverlauf, wie er sich aus den Markierungslinien ergibt, folgt. Für den Fall, dass eine Erfassung der Markierungslinien nicht möglich ist, erfolgt die automatische Spurführung des Fahrzeuges mittels einem zweiten, als Laser-Radar-Vorrichtung ausgebildeten Erfassungsmittel, mit dem der Abstand des Fahrzeuges zu entlang der Fahrbahn befindlichen Seitenwänden ermittelt wird. Mit Hilfe der Daten, die den Abstand des Fahrzeuges zu den Seitenwänden beschreiben, wird dann die Spurführung des Fahrzeuges realisiert. Aufgrund des zweiten Erfassungsmittels ist diese Fahrspurvorrichtung unabhängig von den vorherrschenden Lichtverhältnissen einsetzbar. Allerdings ist bei dieser Fahrspurvorrichtung nicht sichergestellt, dass diese bei schwierigen Lichtverhältnissen auch dann zuverlässig arbeitet, wenn beispielsweise die Seitenwände, zu denen mit Hilfe des zweiten Erfassungsmittels der Abstand erfasst wird, Diskontinuitäten aufweisen und somit Störinformationen in den erfassten Abstandsdaten vorliegen. Solche Situationen treten beispielsweise bei einer Fahrt in einem Tunnel auf, wobei die Diskontinuitäten durch Vor- oder Rücksprünge an der Tunnelwand hervorgerufen werden. Diskontinuitäten können auch durch entgegenkommende oder überholende

Fahrzeuge hervorgerufen werden. Ferner können Diskontinuitäten auch aufgrund von Lücken in einer Leitplanke oder aufgrund abgesenkter Bordsteinkanten vorliegen. Entsprechende Vorkehrungen, um auch bei diesen Situationen einen zuverlässigen Betrieb der Fahrspurvorrichtung sicherzustellen, sind der US 6,138,062 nicht zu entnehmen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fahrspurvorrichtung zur Ermittlung der Fahrspur eines Fahrzeuges bereitzustellen, die auch bei schwierigen Umgebungsbedingungen zuverlässig arbeitet bzw. bestehende Fahrspurvorrichtungen, die für den Einsatz bei schwierigen Umgebungsbedingungen vorgesehen sind, weiter zu verbessern. Die Umgebungsbedingungen sollen die Lichtverhältnisse, die baulichen Gegebenheiten der Fahrbahn bzw. entlang der Fahrbahn sowie den Zustand der Fahrbahn oder Teile der Fahrbahn umfassen. Insbesondere soll die erfindungsgemäße Fahrspurvorrichtung auch bei Dunkelheit und/oder in einem Tunnel und/oder bei verschmutzter Fahrbahnmarkierung oder dergleichen zuverlässig arbeiten.

Vorstehende Aufgabe wird durch eine Fahrspurvorrichtung zur Ermittlung der Fahrspur eines Fahrzeugs gelöst, die Auswertungsmittel zur Auswertung von Abstandsdaten mindestens eines Abstandssensors aufweist, wobei aus den Abstandsdaten ein seitlicher Abstand zu einem seitlich neben der Fahrspur zumindest abschnittsweise im wesentlichen kontinuierlich verlaufenden Bezugskörper ermittelbar ist. Die Auswertungsmittel sind zur Ermittlung von Fahrspurdaten in Abhängigkeit von den Abstandsdaten ausgestaltet. Erfindungsgemäß sind dabei die Auswertungsmittel zur Ausfilterung von insbesondere durch im Bereich der Fahrspur vorhandene Fahrzeuge oder Diskontinuitäten des Bezugskörpers hervorgerufene Störinformationen aus den Abstandsdaten ausgestaltet. Dadurch wird sichergestellt,

dass die in Abhängigkeit der Abstandsdaten ermittelten Fahrspurdaten keine Störinformationen enthalten, die zu einer Fehlfunktion der Fahrspurvorrichtung führen könnten.

Ferner wird die Aufgabe durch ein entsprechendes Verfahren gelöst. Zur Lösung der Aufgabe ist weiterhin eine Auswahlvorrichtung vorgesehen, die mit der Fahrspurvorrichtung zusammenwirkt und Abstandsdaten des Abstandssensors der Fahrspurvorrichtung oder einer Einparkhilfsvorrichtung zuordnet.

Die erfindungsgemäße Fahrspurvorrichtung nutzt zur Orientierung als Bezugskörper beispielsweise Bordsteine entlang einer Fahrbahn, auf der sich das Fahrzeug bewegt, eine Tunnelwand, eine Leitplanke oder dergleichen. Derartige Bezugskörper verlaufen im wesentlichen kontinuierlich. Aus den Abstandsdaten, die einen oder mehrere Abstände zu einem oder mehreren Bezugskörpern enthalten, ermitteln die Auswertungsmittel Fahrspurdaten. Diese Fahrspurdaten werden beispielsweise einem Navigationssystem oder einer Querregelung des Fahrzeugs übermittelt. Eine derartige Querregelung kann auch einen Bestandteil einer erfindungsgemäßen Fahrspurvorrichtung sein. Eine derartige Fahrspurvorrichtung wird auch als sogenanntes Lane-Follower-System bezeichnet. Die Fahrspurvorrichtung führt Lenkeingriffe durch, um das Fahrzeug, beispielsweise einen Personen- oder Nutzkraftwagen, auf der gewünschten Fahrspur zu halten.

Teilweise können die Abstandsdaten Störungen aufweisen oder nicht plausibel sein. Störinformationen können beispielsweise durch entgegenkommende Fahrzeuge, das erfindungsgemäß ausgestaltete Fahrzeug überholende Fahrzeuge oder dergleichen hervorgerufen werden. Ferner können Diskontinuitäten an dem oder den Bezugskörpern vorhanden sein, beispielsweise Lücken in

einer Leitplanke, Vor- oder Rücksprünge an einer Tunnelwand, abgesenkte Bordsteinkanten oder dergleichen. Zum Ausfiltern derartiger Störinformationen werden mehrere Lösungen, die miteinander kombinierbar sind, vorgeschlagen:

Beispielsweise kann ein Hochpass zum Ausfiltern hochfrequenter Störinformationen vorgesehen sein. Eine derartige hochfrequente Störinformation wird beispielsweise dadurch hervorgerufen, dass sich das Fahrzeug mit hoher Geschwindigkeit an einer Tunnelwand entlang bewegt und die Tunnelwand einen schmalen Vorsprung hat. Aber auch ein Tiefpass, zur Ausfilterung niederfrequenter Störinformationen ist vorteilhaft. Eine derartige niederfrequente Störung kann beispielsweise durch ein das erfindungsgemäß ausgestaltete Fahrzeug mit geringer Relativgeschwindigkeit überholendes Fahrzeug hervorgerufen werden.

Auch eine Plausibilitätsprüfung ist bevorzugt. Bei der Plausibilitätsprüfung werden beispielsweise unterschiedliche Abstandsdaten mehrerer Abstandssensoren ausgewertet. Weichen die Abstandsdaten eines Sensors von den Abstandsdaten der übrigen Abstandssensoren signifikant ab, werden diese abweichenden Abstandsdaten ausgefiltert.

Eine weitere bevorzugte Variante sieht vor, dass die Fahrspurdaten oder die Abstandsdaten mit gespeicherten Fahrspurdaten verglichen werden. Die gespeicherten Fahrspurdaten entnimmt die erfindungsgemäße Fahrspurvorrichtung beispielsweise einer digitalisierten Straßenkarte.

Vorzugsweise arbeitet der Abstandssensor in einem Bereich nicht-sichtbarer oder nicht-hörbarer Frequenzen. Insbesondere die Verwendung nicht-sichtbarer Frequenzen hat den Vorteil,

dass die Erfassung der Abstandsdaten zumindest von der Umgebungsbeleuchtung unabhängig ist. Entsprechendes gilt auch für den Einsatz eines Abstandssensors, der im Bereich nicht-hörbarer Frequenzen arbeitet. Zugleich ist durch diese Frequenzbereiche sichergestellt, dass eine Störung des Fahrers oder anderer Verkehrsteilnehmer ausgeschlossen ist.

Bei dem Abstandssensor handelt es sich beispielsweise um einen Ultraschallsensor, einen Radarsensor oder einen Infrarotsensor. Es ist auch möglich, dass mehrere unterschiedliche Abstandssensoren der vorgenannten Bauarten miteinander kombiniert zur Anwendung kommen.

Die erfindungsgemäße Fahrspurvorrichtung wird vorzugsweise aktiv, wenn ein drahtloses Ortungssystem, beispielsweise auf Basis des GPS-Systems (Global Positioning System) oder eines optischen Erkennungssystems, beispielsweise einer oder mehrerer Videokameras, nicht aktiv ist. In einem Tunnel ist beispielsweise das drahtlose Ortungssystem nicht mehr wirksam. Das optische System kann beispielsweise aufgrund einer fehlenden oder verschmutzten Fahrbahnmarkierung, aufgrund ungünstiger Beleuchtung oder schwieriger Lichtverhältnisse nicht mehr arbeiten.

Die erfindungsgemäße Fahrspurvorrichtung enthält zweckmäßigerweise einen oder mehrere Abstandssensoren. Eine besonders bevorzugte Variante der Erfindung sieht jedoch vor, dass die erfindungsgemäße Fahrspurvorrichtung Abstandssensoren einer Einparkhilfsvorrichtung nutzt. Somit werden diese Abstandssensoren einerseits von der Einparkhilfe genutzt, andererseits von der Fahrspurvorrichtung, so dass insgesamt ein Doppelnutzen entsteht. Eine Einparkhilfsvorrichtung weist üblicherweise mehrere, in erster Linie in Vorwärts- bzw. Rück-

wärtsfahrrichtung des Fahrzeugs orientierte Abstandssensoren auf. Ferner sind nach schräg hinten bzw. schräg vorne wirkende Abstandssensoren üblich. Die Abstandsdaten dieser auch seitliche Umfeldbereiche des Fahrzeugs erfassenden Abstandssensoren sind für die erfindungsgemäße Fahrspurvorrichtung besonders relevant, so dass eine bevorzugte Variante der Erfindung vorsieht, dass die Fahrspurvorrichtung die Abstandsdaten in Abhängigkeit von der Position des Abstandssensors am Fahrzeug auswertet. Auch eine Gewichtung der Abstandsdaten in Abhängigkeit von der jeweiligen Position des Abstandssensors ist zweckmäßig.

Vorstehende Idee lässt sich wie folgt verallgemeinert zusammenfassen: Es wird ein Abstandssensor, der Bestandteil einer in einem Fahrzeug angeordneten Einparkhilfsvorrichtung ist, zur Bereitstellung von Abstandsdaten verwendet, die einer ebenfalls in dem Fahrzeug angeordneten Fahrspurvorrichtung zugeführt werden, wobei die Fahrspurvorrichtung aus diesen Abstandsdaten Fahrspurdaten zur Bestimmung einer Fahrspur ermittelt, entlang der das Fahrzeug geführt wird.

Eine weitere Variante der Erfindung geht auf die Erkenntnis zurück, dass eine Fahrzeugquerregelung insbesondere bei höheren Fahrzeuggeschwindigkeiten gewünscht ist, wohingegen eine Einparkhilfsvorrichtung im wesentlichen bei geringen Fahrzeuggeschwindigkeit aktiv ist. Dementsprechend ist vorteilhaft vorgesehen, dass die Fahrspurvorrichtung die Abstandsdaten des oder der Abstandssensoren in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs auswertet, beispielsweise lediglich dann Abstandsdaten auswertet, wenn sich das Fahrzeug mit mindestens einer vorbestimmten Fahrgeschwindigkeit vorwärts bewegt.

Eine Variante der Erfindung sieht vor, dass die Abstandsdaten der Abstandssensoren von einer von der Fahrspurvorrichtung und der Einparkhilfevorrichtung separaten Auswahlvorrichtung ausgewertet und in Abhängigkeit von einem oder mehreren Kriterien der Fahrspurvorrichtung und/oder der Einparkhilfevorrichtung zugeordnet werden. Die Auswahlvorrichtung sendet die Abstandsdaten beispielsweise bei geringer Geschwindigkeit des Fahrzeugs der Einparkhilfevorrichtung, bei hoher Geschwindigkeit der Fahrspurvorrichtung. Als weiteres Erfindungskriterium kann die erfindungsgemäße Auswahlvorrichtung die Position der Abstandssensoren auswerten. Beispielsweise werden Abstandsdaten seitlich angeordneter Abstandssensoren der Fahrspurvorrichtung übermittelt und Abstandsdaten von vorn oder hinten am Fahrzeug angeordneten Abstandssensoren der Einparkhilfevorrichtung.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines mit einer erfindungsgemäßen Fahrspurvorrichtung ausgestatteten Fahrzeugs, und

Fig. 2 eine Fahrsituation in einem Tunnelabschnitt, vor dem sich und in dem sich mehrere erfindungsgemäße Fahrzeuge bewegen.

In Figur 2 sind Fahrzeuge 10, 11, 12 dargestellt, die sich auf einer Fahrbahn 13 einer Fahrstraße 14 hintereinander herbewegen. Die Fahrtrichtung der Fahrzeuge 10 bis 12 ist durch kurze Pfeile angedeutet. Auf einer Fahrbahn 16 der Fahrstraße 14 kommt den Fahrzeugen 10 bis 12 ein Fahrzeug 17 entgegen.



Die Fahrstraße 14 verläuft teilweise in Tunneln, beispielsweise in einem zwischen Tunneleingängen 18' liegenden Tunnelabschnitt 18. Außerhalb des Tunnelabschnitts 18 können die Fahrzeuge 10, 11, 12, die beim Ausführungsbeispiel prinzipiell gleich aufgebaut sind, anhand von beispielsweise optischer Erkennungssysteme, drahtloser Ortungssysteme oder dergleichen ihre jeweilige Fahrspur 15 ermitteln. Informationen über den Verlauf der Fahrspur 15 sind z.B. für Navigationssysteme und/oder Lenkassistenten Vorrichtungen der Fahrzeuge 10, 11, 12 zweckmäßig. Innerhalb des Tunnelabschnitts 18 sind die vorgenannten Ortungssysteme, die beispielsweise funkgestützt sind oder anhand optischer Wirkungsprinzipien arbeiten jedoch nicht einsetzbar. Hier schafft die Erfindung Abhilfe:

Beispielhaft am Fahrzeug 10 werden zur Erläuterung die schematisch in Figur 1 dargestellten Funktionsbaugruppen der Fahrzeuge 10 bis 12 näher erläutert.

Das Fahrzeug 10 ist beispielsweise ein Personenkraftwagen, ein Nutzfahrzeug oder dergleichen mit einem nicht dargestellten Verbrennungsmotor, Elektromotor oder dergleichen. Das Fahrzeug 10 ist durch einen Fahrer 19 steuerbar, der durch eine Fahrassistenten Vorrichtung 20 bei seinen Fahraufgaben unterstützt wird. Die Fahrassistenten Vorrichtung 20 kann beispielsweise Lenkkorrekturen durchführen, das Fahrzeug 10 stabilisieren (Funktion eines ESP-Moduls, ESP = Elektronisches Stabilitätsprogramm) oder bei einer Variante der Erfindung das Fahrzeug 10 autonom steuern. Zur Lenkung des Fahrzeugs 10 ist ein Lenkregelmodul 21 vorhanden, das über Lenkaktoren 22 Vorderräder 23 des Fahrzeugs 10 lenkt. Vorliegend sind Hinterräder 24 des Fahrzeugs 10 nicht lenkbar. Prinzipiell könnte das Lenkregelmodul 21 aber auch auf lenkbare Hinterräder Lenkaktionen ausüben.

Wichtige Funktionen der Fahrassistenzvorrichtung 20 sind in Software ausgeführt, wobei mehrere Softwaremodule vorhanden sind: das Lenkregelmodul 21, ein eine Einparkhilfsvorrichtung bildendes Einparkhilfemodul 28, welches das Einparken des Fahrzeugs 10 unterstützt, ein Auswahlmodul 29 zur Auswahl von durch Abstandssensoren ermittelten Abstandsdaten sowie ein eine erfindungsgemäße Fahrspurvorrichtung bildendes Fahrspurmodul 30. Der Programmcode der Module 21, 28, 29, 30 wird durch einen oder mehrere Prozessoren 25 der Fahrassistenzvorrichtung 20 ausgeführt und ist in einem Speicher 26, beispielsweise RAM und/oder ROM gespeichert (RAM = Random Access Memory, ROM = Read Only Memory).

Das Lenkregelmodul 21 benötigt Fahrspurdaten, um das Fahrzeug 10 entlang einer Fahrspur zu lenken. Bei guter Sicht, bei der beispielsweise Fahrbahnmarkierungen oder dergleichen erkennbar sind, werden derartige Fahrspurdaten von einem optischen Erkennungssystem 40 übermittelt, bei dem es sich beispielsweise um eine oder mehrere Video-Kameras handelt. Ferner erhält die Fahrassistenzvorrichtung 20, insbesondere das Lenkregelmodul 21, von einem drahtlos arbeitenden Ortungssystem, beispielsweise einem GPS-Empfänger 41 Fahrspurdaten. Nun ist jedoch nicht überall ein Empfang drahtlos übermittelter Fahrspurdaten bzw. Ortsdaten möglich, beispielsweise nicht innerhalb des Tunnelabschnitts 18. Ferner können Fahrspurmarkierungen oder ähnliches nicht erkennbar sein, so dass auch das optische Erkennungssystem 40 wirkungslos bleibt. Vorzugsweise in einer derartigen Situation wertet die erfindungsgemäße Fahrassistenzvorrichtung 20 Abstandsdaten von einem oder mehreren im nicht-sichtbaren oder nicht-hörbaren Frequenzbereich arbeitenden Abstandssensoren 50 aus. Es versteht sich, dass die Fahrassistenzvorrichtung 20 aber auch bei normaler Funktion des Erkennungssystems 40 und/oder des GPS-Empfängers 41

Abstandsdaten von einem oder mehreren im nicht-sichtbaren oder nicht-hörbaren Frequenzbereich arbeitenden Abstandssensoren 50 auswerten kann.

Die Abstandssensoren 50 sind beispielsweise Infrarotsensoren, Radarsensoren, Ultraschallsensoren oder dergleichen. Wobei es sich bei den Infrarotsensoren und den Radarsensoren um Abstandssensoren handelt, die in einem Bereich nicht-sichtbarer Frequenzen arbeiten und wobei es sich bei den Ultraschallsensoren um Sensoren handelt, die in einem Bereich nicht-hörbarer Frequenzen arbeiten. Die Abstandssensoren 50 sind mittels eines Bussystems 51 und/oder sonstigen Verbindungsleitungen mit der Fahrassistenzvorrichtung 20 verbunden. Die Abstandssensoren 50 sind insbesondere im Nahbereich des Fahrzeugs 10 wirksam, beispielsweise in einem Abstand von 0,03 bis 3 Metern, 0,06 bis 5 Metern, 0,2 bis 7 Metern oder dergleichen.

Teilweise sind die Abstandsdaten der Abstandssensoren 50 für das Einparkhilfemodul 28, teilweise für das Lenkregelmodul 21 relevant. Die Auswahl und Zuordnung der jeweils relevanten Abstandsdaten zu den Modulen 28, 21 führt das Auswahlmodul 29 durch. Ein Zuordnungskriterium ist beispielsweise die Position der jeweiligen Abstandssensoren 50 am Fahrzeug 10. Beispielsweise übermittelt das Auswahlmodul 29 von am Fahrzeug 10 vorn angeordneten Abstandssensoren 53 gesendete Abstandsdaten dem Einparkhilfemodul 28 zu. Die Abstandssensoren 53 sind in Richtung der Fahrzeuglängsachse 1 orientiert und haben beispielsweise kegelförmige Erfassungsbereiche, was durch gestrichelte Linien angedeutet ist. Am Fahrzeug 10 hinten angeordnete Abstandssensoren 54 erfassen den Bereich hinter dem Fahrzeug 10 und senden Abstandsdaten 55. Entsprechend der Orientierung der Abstandssensoren 54 in Richtung der Fahrzeug-

längsachse 1 übermittelt das Auswahlmodul 29 die Abstandsdaten 55 dem Einparkhilfemodul 28. Hinter dem Fahrzeug 10 befindet sich beispielsweise ein Hindernis 56, z.B. ein anderes Fahrzeug, ein Baumstamm oder dergleichen. Das Hindernis 56 wird von den Abstandssensoren 54 erfasst und mittels der Abstandsdaten 55 an die Fahrassistenzvorrichtung 20 gemeldet. Das Auswahlmodul 29 übermittelt die Abstandsdaten 55 dem Einparkhilfemodul 28, das in Abhängigkeit von den Abstandsdaten Abstandshinweise ausgibt, beispielsweise mit Hilfe optischer und/oder akustischer Ausgabemittel 57. Die Ausgabemittel 57 geben in an sich bekannter Weise beispielsweise in abstandsabhängiger Frequenz Warntöne aus, zeigen den Abstand zum Hindernis 56 optisch an oder dergleichen.

Seitliche Sensoren 58, 59 die in Fahrtrichtung links bzw. rechts am Fahrzeug 10 angeordnet sind erfassen Hindernisse bzw. Bezugskörper seitlich des Fahrzeugs 10. Auch bei den Abstandssensoren 58, 59 sind schematisiert Erfassungsbereiche durch gepunktete Linien angedeutet. Die seitlichen Abstandssensoren 58, 59 können größere Erfassungsbereiche in Richtung der Fahrzeugquerrichtung  $q$  haben als die vorderen und hinteren Abstandssensoren 53, 54 in Richtung der Fahrzeuglängsachse 1. Von den Abstandssensoren 58, 59 gesendete Abstandsdaten 60, 61 sind in erster Linie nicht für das Einparkhilfemodul 28, sondern vorrangig für das Fahrspurmodul 30 relevant und werden dementsprechend von dem Auswahlmodul 29 an das Fahrspurmodul 30 übermittelt. Die von den Abstandssensoren 59 gesendeten Abstandsdaten 61 enthalten beispielsweise Informationen über seitliche Abstände  $d_2$ ,  $d_1$  von einer Tunnelwand 62 des Tunnelabschnitts 18 bzw. von einem Vorsprung 63 an der Tunnelwand 62. Die von den in Fahrtrichtung links angeordneten seitlichen Abstandssensoren 58 gesendete Abstandsdaten 60 enthalten beispielsweise Informationen über seitliche Abstände

de d3 und d4 des Fahrzeugs 10 von einer der Tunnelwand 63 gegenüberliegenden Tunnelwand 64 des Tunnelabschnitts 18. Anhand der Abstandsdaten 60, 61 kann das Fahrspurmodul 30 Fahrspurdaten 31 ermitteln und dem Lenkregelmodul 21 zuführen, so dass das Lenkregelmodul 21 das Fahrzeug 10 entlang der Fahrspur 15 lenken kann. Die Abstandsdaten 60, 61 stehen auch dann zur Verfügung, wenn das optische Erkennungssystem 40 bzw. der GPS-Empfänger 41 wirkungslos sind.

Schräg vorn und schräg hinten, also in den Eckbereichen des Fahrzeugs 10, sind weitere Abstandssensoren 65 angeordnet, die jeweils im schräg vorn bzw. schräg hinten liegenden Bereich des Fahrzeugs 10 sensibel sind. Die von den Abstandssensoren 65 ermittelten Abstandsdaten 66 können einerseits für das Einparkhilfemodul 28 und andererseits für das Fahrspurmodul 30 relevant sein. Prinzipiell wäre es zwar möglich, die Abstandsdaten 66 beiden Modulen 28, 30 zuzusenden. Dies könnte jedoch unter Umständen eine vergleichsweise hohe Bearbeitungslast nach sich ziehen. Dementsprechend wählt das Auswahlmodul 29 die Abstandsdaten 66 in Abhängigkeit von einem weiteren Kriterium, nämlich der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v_l$  des Fahrzeugs 10, für das Einparkhilfemodul 28 und/oder das Fahrspurmodul 30 aus. Bei kleiner Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_l$ , beispielsweise 10 km/h, übermittelt das Auswahlmodul 29 die Abstandsdaten 66 dem Einparkhilfemodul 28, bei größeren Fahrzeuggeschwindigkeiten  $v_l$ , beispielsweise größer 20 km/h, dem Fahrspurmodul 30. In einem dazwischenliegenden Bereich, vorliegend z.B. 10 km/h bis 20 km/h, übermittelt das Auswahlmodul 29 die Abstandsdaten 66 beiden Modulen 28, 30. Das Auswahlmodul 29 erhält die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_l$  beispielsweise von einem Tachogeber 44.

Die Tunnelwände 62, 64 bilden im wesentlichen kontinuierlich verlaufende Bezugskörper. Allerdings können auch Diskontinuitäten vorhanden sein, beispielsweise der bereits erwähnte Wand-Vorsprung 63. Wenn das Fahrzeug 10 an dem Vorsprung 63 vorbeifährt, sendet einmal der in Fahrtrichtung vorn liegende Abstandssensor 59 und anschließend der in Fahrtrichtung hinten liegende Abstandssensor 59 Abstandsdaten 61, die den kleineren Abstand  $d_1$  enthalten. Diese kurzfristige bzw. hochfrequente Änderung der Abstandsdaten 61 filtert einen Hochpass 31 aus den Abstandsdaten 61 heraus. Der Hochpass 31 ist in einem Eingangsfiler 32 des Fahrspurmoduls 30 enthalten. Der Filter 32 enthält ferner Trackingmittel 34, die in Ergänzung oder an Stelle des Hochpasses 31 wirksam werden. Beispielsweise ermitteln die Trackingmittel 34, dass der Abstand  $d_1$  signifikant von den ansonsten durch die Abstandssensoren 59 gemessenen Abstände  $d_2$  abweicht und blendet dementsprechend die den Abstand  $d_1$  enthaltenden Abstandsdaten 61 aus.

Das optische Erkennungssystem 40 orientiert sich beispielsweise an einer die Fahrbahnen 13, 16 voneinander trennenden Fahrbahnmarkierungen 42.

Konvertierungsmittel 35 konvertieren die Abstandsdaten 60, 61, 66 zu Fahrspurdaten 36, die die Fahrbahn 13 und/oder die Fahrspur 15 charakterisieren. Insoweit kann man die Konvertierungsmittel 35 bzw. das Fahrspurmodul 30 als Auswertungsmittel zur Auswertung von Abstandsdaten bezeichnen.

Plausibilitätsmittel 37 überprüfen die Fahrspurdaten 36 anhand gespeicherter Fahrspurdaten 45 auf Plausibilität. Beispielsweise erhalten die Plausibilitätsmittel 37 von einem Navigationssystem 43 Daten über einen Fahrbahnverlauf, der

beispielsweise in einer digitalisierten Straßenkarte gespeichert ist. D.h. die gespeicherten Fahrspurdaten 45 sind in dem Navigationssystem 43 hinterlegt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde in Figur 1 auf die Darstellung der gespeicherten Fahrspurdaten 45 verzichtet. Wenn die Fahrbahndaten 36 von diesen gespeicherten Fahrbahndaten signifikant abweichen, werden sie ausgefiltert. Andernfalls übermitteln die Plausibilitätsmittel 37 die Fahrbahndaten 36 an Auswahlmittel 38. Auch das Navigationssystem 43 kann von dem Fahrspurmodul 30 die Fahrbahndaten 36 erhalten, um so die aktuelle Position des Fahrzeugs 10 zu erfahren.

Die Auswahlmittel 38 wählen die Fahrbahndaten 36 dann für das Fahrspurmodul 30 aus, wenn das optische Erkennungssystem 40 sowie GPS-Empfänger 41 wirkungslos sind, beispielsweise innerhalb des Tunnelabschnitts 18. Es ist auch möglich, dass die Auswahlmittel 38 eine Plausibilitätskontrolle durchführen und beispielsweise einer 2-aus-3-Auswahl die Fahrbahndaten 36, die vom optischen Erkennungssystem 40 oder die vom GPS-Empfänger 41 gesendeten Fahrbahndaten dem Lenkregelmodul 21 weitersenden.

Auch durch entgegenkommende Fahrzeuge können Störungen verursacht werden, beispielsweise wie beim Fahrzeug 11 durch das Fahrzeug 17. Störungen können auch durch vorausfahrende Fahrzeuge verursacht werden.

Das Fahrzeug 11 ist prinzipiell gleich aufgebaut wie das Fahrzeug 10 und weist dementsprechend Abstandssensoren 58 und 59 auf. Die Sensoren 59 melden in den Abstandsdaten 61 zwei gleiche Abstände  $d1'$  und  $d2'$  zur Tunnelwand 62. Der in Fahrtrichtung des Fahrzeugs 11 links hinten liegende Abstandssensor 58 meldet einen Abstand  $d4'$  zur gegenüberliegenden Tun-

nelwand 64. Der in Fahrtrichtung vorn liegende linke Abstandssensor 58 hingegen meldet einen geringeren Abstand als zur Tunnelwand 64, nämlich den Abstand  $d3'$  zum entgegenkommenden Fahrzeug 17. Dieser geringere Abstand  $d3'$  wird beispielsweise vom Filter 32 oder von den Plausibilitätsmitteln 37 ausgefiltert.

Es versteht sich, dass auch andere Anordnungen möglich sind, beispielsweise könnte das Auswahlmodul 29 im Fahrspurmodul 30 enthalten sein. Das Auswahlmodul 20 kann auch eine von der Fahrassistenzvorrichtung 20 separate Auswahlvorrichtung sein, wobei diese beispielsweise einen eigenen Prozessor enthält. Anders als beim Ausführungsbeispiel, bei dem eine Ausgestaltung der Erfindung in Hard- und Software dargestellt ist, können auch vollständige Hardwarelösungen oder Softwarelösungen realisiert werden.



## Patentansprüche

1. Fahrspurvorrichtung zur Ermittlung der Fahrspur eines Fahrzeugs (10,11,12), wobei die Fahrspurvorrichtung (30) Auswertungsmittel (32, 35, 37) zur Auswertung von Abstandsdaten (60, 61, 66) mindestens eines Abstandssensors (58, 59, 65) aufweist, wobei aus den Abstandsdaten (60, 61, 66) ein seitlicher Abstand (d1-d4) zu einem seitlich neben der Fahrspur zumindest abschnittsweise im wesentlichen kontinuierlich verlaufenden Bezugskörper (62, 64) ermittelbar ist, und wobei die Auswertungsmittel (32, 35, 37) zur Ermittlung von Fahrspurdaten (36) in Abhängigkeit von den Abstandsdaten (60, 61, 66) ausgestaltet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungsmittel (32, 35, 37) zur Ausfilterung von insbesondere durch im Bereich der Fahrspur vorhandene Fahrzeuge (17) oder Diskontinuitäten (63) des Bezugskörpers (62, 64) hervorgerufene Störinformationen aus den Abstandsdaten (60, 61, 66) ausgestaltet sind.
2. Fahrspurvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie zu der Filterung der Abstandsdaten (60, 61, 66) mindestens einen Hochpass (31) und/oder mindestens einen Tiefpass enthält.

3. Fahrspurvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie zu der Filterung eine Plausibilitätsprüfung durchführt.
4. Fahrspurvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertungsmittel (32, 35, 37) die Fahrspurdaten (36) und/oder die Abstandsdaten (60, 61, 66) mit gespeicherten Fahrspurdaten (45) vergleichen.
5. Fahrspurvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandssensor (58, 59, 65) in einem Bereich nicht-sichtbarer oder nicht-hörbarer Frequenzen arbeitet.
6. Fahrspurvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Abstandssensor (58, 59, 65) ein Ultraschallsensor, ein Radarsensor oder ein Infrarotsensor ist.
7. Fahrspurvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie bei Wirkungsausfall eines drahtlosen Ortungssystems, insbesondere eines GPS-Systems (41), und/oder bei Wirkungsausfall eines optischen Erkennungssystems (40) aktivierbar ist oder sich selbst aktiviert.
8. Fahrspurvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass der mindestens eine Abstandssensor (58, 59, 65) einen Bestandteil der Fahrspurvorrichtung (30) bildet.

9. Fahrspurvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass der mindestens eine Abstandssensor (58, 59, 65) einen Bestandteil einer Einparkhilfevorrichtung (28) bildet.
10. Fahrspurvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass sie die Abstandsdaten (60, 61, 66) des mindestens einen Abstandssensors (58, 59, 65) in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit ( $v_l$ ) des Fahrzeugs (10,11,12) auswertet.
11. Fahrspurvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass sie die Abstandsdaten (60, 61, 66) in Abhängigkeit von der Position des mindestens einen Abstandssensors (58, 59, 65) am Fahrzeug (10,11,12) auswertet und insbesondere gewichtet.
12. Fahrspurvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass sie zur Querregelung des Fahrzeugs (10,11,12), insbesondere zur Erzeugung eines Lenkeingriffes auf das Fahrzeug (10,11,12), ausgestaltet ist.
13. Auswahlvorrichtung zur Zusammenwirkung mit einer Einparkhilfevorrichtung (28) und mit einer Fahrspurvorrichtung (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit Aus-

wahlmitteln zur Auswahl der Abstandsdaten (60, 61, 66) des mindestens einen Abstandssensors (58, 59, 65) in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs (10,11,12) für die Einparkhilfevorrichtung (28) und/oder für die Fahrspurvorrichtung (30).

14. Auswahlvorrichtung nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Auswahlmittel zur richtungsabhängigen Auswahl der Abstandsdaten (60, 61, 66) von mindestens zwei Abstandssensoren (58, 59, 65) in Abhängigkeit von deren Position am Fahrzeug (10,11,12) ausgestaltet ist.
15. Auswahlvorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass sie einen Bestandteil der Fahrspurvorrichtung (30) oder der Einparkhilfevorrichtung (28) bildet.
16. Fahrspurvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder Auswahlvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet,  
dass sie durch einen Prozessor (25) ausführbaren Programmcode aufweist.
17. Speichermittel mit einer Fahrspurvorrichtung und/oder einer Auswahlvorrichtung nach Anspruch 16.
18. Fahrzeug, insbesondere Personenkraftwagen,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass es eine Fahrspurvorrichtung (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder 16 oder eine Auswahlvorrichtung

(29) nach einem der Ansprüche 13 bis 16 und/oder ein Speichermittel nach Anspruch 17 aufweist.

19. Verfahren zur Ermittlung der Fahrspur eines Fahrzeuges (10,11,12), mit folgenden Schritten:

Auswertung von Abstandsdaten (60, 61, 66) mindestens eines Abstandssensors (58, 59, 65), wobei aus den Abstandsdaten (60, 61, 66) ein seitlicher Abstand ( $d_1$ - $d_4$ ) zu einem seitlich neben der Fahrspur zumindest abschnittsweise im wesentlichen kontinuierlich verlaufenden Bezugskörper (62, 64) ermittelbar ist, und Ermittlung von Fahrspurdaten (36) in Abhängigkeit von den Abstandsdaten (60, 61, 66),

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Ausfilterung von insbesondere durch im Bereich der Fahrspur vorhandene Fahrzeuge (17) oder Diskontinuitäten (63) des Bezugskörpers (62, 64) hervorgerufene Störinformationen aus den Abstandsdaten (60, 61, 66) durchgeführt wird.

20. Verwendung eines Abstandssensors (58, 59, 65), der Bestandteil einer in einem Fahrzeug (10) angeordneten Einparkhilfsvorrichtung (28) ist, zur Bereitstellung von Abstandsdaten (60, 61, 66), die einer ebenfalls in dem Fahrzeug (10) angeordneten Fahrspurvorrichtung (30) zugeführt werden, wobei die Fahrspurvorrichtung (30) aus diesen Abstandsdaten (60, 61, 66) Fahrspurdaten (36) zur Bestimmung einer Fahrspur (15) ermittelt, entlang der das Fahrzeug (10) geführt wird.